

PENGEMBANGAN LIMBAH KARET SKIM DAN ARANG TEMPURUNG KELAPA UNTUK PRODUK KARET BANTALAN KAKI SEPEDA MOTOR

DEVELOPMENT OF SKIM RUBBER WASTE AND COCONUT SHELL CHARCOAL FOR MOTORCYCLE RUBBER STEP PRODUCTS

Bambang Sugiyono*, Nesi Susilawati dan Rahmaniar

Balai Riset dan Standardisasi Industri Palembang

** main contributor and corresponding author*

e-mail : sugiyonobambang88@gmail.com, nesithree@gmail.com, rahmaniar_eeen@yahoo.co.id

Diterima : 22 Mei 2019; Direvisi : 22 Mei – 25 Juli 2019; Disetujui : 25 Juli 2019

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik kompon karet bantalan kaki sepeda motor yang menggunakan Karet Skim dan Arang Tempurung Kelapa (ATK) sebagai bahan pengisi penguat. Pengaruh penggunaan ATK dipelajari dengan memvariasikan konsentrasi arang tempurung kelapa masing masing 50 phr, 40 phr dan 30 phr. Pengujian mutu karakteristik kompon karet dilakukan untuk uji visual, kekerasan, tegangan putus, perpanjangan putus dan pampatan tetap, nilai hasil uji dibandingkan dengan SNI 06-7032-2004 Bantalan Kaki Sepeda Motor. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai karakteristik fisik kompon bantalan kaki sepeda motor terbaik terdapat pada formula 2 dimana arang tempurung kelapa yang digunakan 40 phr, dengan nilai hasil uji yaitu uji visual tidak cacat, kekerasan 63 shore A, tegangan putus 176,4 kg/cm², perpanjangan putus 570% dan pampatan tetap 8.92%, dan memenuhi SNI 06-7032-2004 untuk Bantalan Kaki Sepeda Motor, kecuali pampatan tetap yang tidak dipersyaratkan di SNI tersebut.

Kata kunci : arang tempurung kelapa, bantalan kaki sepeda motor, karet skim, kompon karet

Abstract

This research aims to determine the characteristics of motorcycle rubber step compounds using Skim Rubber and Coconut Shell Charcoal (CSC) as a fillers. The effect of using CSC was examined by varying the concentration of coconut shell charcoal with 50 phr, 40 phr and 30 phr each variation. Characteristic quality testing of rubber compounds was conducted for the visual test, hardness, tensile strength, elongation at break and compression set where are compared with the standard. The results showed that the physical characteristics of motorcycle rubber step with the best treatment results were found in formula 2 with coconut shell charcoal was used 40 phr, with the test results named non-defective visual test, hardness of 63 shore A, tensile strength 176.4 kg/cm², elongation at break 570% and set compression 8.92%, and fulfill the standard for motorcycle rubber step, except for set compression which is not required with the standar.

Keywords : coconut shell charcoal, motorcycle rubber step, skim rubber, compound rubber

PENDAHULUAN

Limbah karet skim berasal dari proses pengolahan lateks alam menjadi lateks pekat dengan metode sentrifugasi. Limbah karet skim dapat dimanfaatkan dan berpeluang untuk bahan pembuatan barang jadi karet, penelitian ini akan menggunakan limbah karet skim sebagai bahan baku untuk produk karet bantalan kaki sepeda motor. Karet skim diperoleh dari hasil pemekatan (*centrifugasi*) lateks alam, yang secara umum menghasilkan 45% lateks pekat dan 55% lateks skim (serum) (Nurfianti, 2003). Lateks skim masih mengandung partikel karet yang

dikenal dengan nama karet skim dengan kadar karet kering (KKK) 4 – 8%.

Pembuatan produk jadi berbasis karet, dimana bahan baku karet di campur dengan beberapa bahan kimia, sehingga menjadi kompon karet. Bahan kimia yang berperan dalam pembuatan kompon karet yaitu bahan pengisi. Bahan pengisi yang umum digunakan dalam pembuatan kompon karet yaitu carbon black. *Carbon Black* (CB) sampai saat ini merupakan satu-satunya jenis bahan pengisi penguat terbaik yang dapat memberikan sifat atau karakteristik kepada kompon atau vulkanisat kare, terutama untuk produk yang memerlukan persyaratan dan kekuatan khusus,

misalnya untuk produk yang memerlukan sifat kekerasan, ketahanan sobek, ketahanan kikis dan tegangan putus barang jadi karet. Selain itu juga CB merupakan filler penguat yang dikembangkan untuk produk karet dan polimer lain, dalam pembuatan kompon karet bahan pengisi berperan hampir sepertiga dari volume karet. CB diperoleh dari hasil proses *thermal cracking* hidro carbon dari minyak bumi (Wigmore, 1972).

Penggunaan bahan pengisi akan mempengaruhi biaya bahan, spesifikasi produk yang dihasilkan dan energi untuk produksinya (Ku, 2011). Kegunaan CB semakin meningkat namun cadangan minyak bumi yang makin menipis ditambah persaingan industri yang derivatnya lebih menguntungkan (Fang *et al.*, 2001 dan Rattanasom, 2007), maka usaha substitusi CB menggunakan bahan alami non minyak bumi untuk dikaji lebih mendalam. Diharapkan dapat ditemukan alternative pengganti CB dengan harga murah, ketersediaan melimpah, ramah lingkungan dan menekan biaya impor.

Dalam penelitian ini memanfaatkan bahan pengisi arang tempurung kelapa (ATK). Tempurung kelapa memiliki komposisi kimia yaitu selulosa 34%, lignin 27%, hemiselulosa 21% dengan kandungan atom-atom C, O, H, dan N (Rampe, 2013; Tomado 2013). Unsur utama arang tempurung kelapa adalah karbon dengan persentase kandungan 82,92%. Selulosa mempunyai struktur rantai yang mirip dengan hydrocarbon dalam minyak bumi (Herminiwati *et al.*, 2003). Rantai yang panjang dari selulosa ini dimungkinkan dapat dipecah menjadi agregat karbon dan senyawa-senyawa kimia dengan berat molekul rendah.

Penelitian pemanfaatan tempurung kelapa sebagai sumber karbon untuk substitusi *Carbon Black* (CB) sudah dilakukan oleh Prasetya, 2016, dimana hasil penelitian menunjukkan bahwa, penambahan konsentrasi arang aktif tempurung kelapa, minyak biji karet dan interaksi keduanya berpengaruh terhadap kekerasan, tegangan putus, perpanjangan putus, ketahanan sobek dan ketahanan kikis dalam pembuatan

karet wiper blade. Gamage, 2011, dimana hasil penelitiannya menyimpulkan bahwa, karakteristik ketahanan putus, kekerasan dan ketahanan kikis kompon ban tapak mobil memberikan nilai yang maksimal dibanding bila menggunakan bahan pengisi *Carbon Black*.

Menurut Sareena *et al.*, 2012, penelitian penggunaan arang tempurung kelapa sebagai bahan pengisi untuk karet alam, hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah penggunaan arang tempurung kelapa sebagai *filler*, menghasilkan nilai tegangan putus, ketahanan sobek, kekerasan dan pengembangan karet lebih baik dibanding dengan karet alam yang tidak dimodifikasi dengan bahan pengisi arang tempurung kelapa. Menurut Aquele *et al.*, 2014 dalam penelitiannya menyebutkan, peningkatan kekerasan, tegangan putus dan modulus kompon karet seiring dengan meningkatnya konsentrasi bahan pengisi arang tempurung kelapa. Menurut Suharman *et al.*, 2016, menghasilkan penelitian yang menyebutkan bahwa, sifat fisika sol sepatu menggunakan bahan pengisi arang tempurung kelapa mempunyai karakteristik tegangan putus, perpanjangan putus, kekerasan dan berat jenis memenuhi persyaratan SNI 06-0899-1989 untuk Sol Sepatu. Rahmaniar dan Susilawati, 2017, melakukan penelitian kompon karet dengan menggunakan bahan pengisi arang tempurung kelapa, mendapatkan kesimpulan bahwa arang tempurung kelapa memberikan efek sifat reinforcing pada vulkanisat, dapat mempengaruhi nilai tegangan putus, perpanjangan putus, kekerasan, ketahanan sobek, ketahanan kikis dan berat jenis. Sedangkan penelitian dengan konsentrasi arang aktif tempurung kelapa dan nano silika sekam padi didapat interaksi keduanya berpengaruh nyata terhadap kekerasan, tegangan putus, perpanjangan putus dan ketahanan kikis kompon karet yang dihasilkan (Marlina *et al.*, 2016).

Penelitian yang telah dilakukan menggunakan bahan baku dari karet alam yaitu SIR, sheet dan RSS, pada

penelitian ini menggunakan limbah karet skim yang merupakan limbah dalam industri pengolahan lateks, dengan penggunaan limbah karet skim ini diharapkan dapat mengurangi impor karet sintetis dan menekan harga produksi sehingga dalam penerapan pada industri pengolahan barang jadi karet memiliki kelayakan usaha. Sedangkan bahan pengisi yang dimanfaatkan berasal dari sumber yang dapat diperbaharui yaitu tempurung kelapa, adapun produk yang dihasilkan yaitu karet bantalan kaki sepeda motor, diharapkan penelitian ini dapat memberi informasi, menurunkan biaya produksi tanpa mengurangi mutu vulkanisat atau barang jadi yang dihasilkan bagi industri kompon barang jadi karet terhadap pemanfaatan limbah karet skim dan limbah tempurung kelapa.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah skim dari PT. Bumi Rambang Kramajaya, arang tempurung kelapa didapat dari pasar Padang Selasa Bukit Besar Palembang, Trimethyl Quimon (TMQ), (N-(1,3-dimethylbutyl)-N'-phenyl-p-phenylenediamine) 6PPD, ZnO, asam stearat, N-cyclohexyl-2-benzothiazole Sulfenamide (CBS), tetramethylthiuram disulfide (TMTD), Sulfur.

Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *open mill* L 140 cm D18 cm kapasitas 1 kg, neraca analitis, timbangan metler p120 kapasitas 1200 g, *glassware*, timbangan duduk merek *Berkel* kapasitas 15 kg, *cutting scraf* besar, alat *press*, cetakan *sheet*, gunting dan alat uji laboratorium.

Rancangan Percobaan

Penelitian ini memvariasikan konsentrasi arang tempurung kelapa formula 1 = 50 phr, formula 2 = 40 phr dan formula 3 = 30 phr. Formula pembuatan Bantalan Kaki (*rubber step*)

Sepeda Motor yang digunakan dalam penelitian ini terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1. Formula pembuatan kompon

No	Bahan	Formula (phr)		
		1	2	3
1.	Limbah skim	100	100	100
2.	Arang tempurung kelapa	50	40	30
3.	TMQ	1	1	1
4.	6PPD	0,5	0,5	0,5
5.	ZnO	5	5	5
6.	Asam stearate	1	1	1
7.	CBS	1,3	1,3	1,3
8.	TMTD	0,2	0,2	0,2
9.	Sulfur	2,5	2,5	2,5

Tahapan Penelitian

- a. Pembuatan arang tempurung kelapa
Tempurung kelapa dijemur selama 2 (dua) hari untuk mengurangi kadar air sehingga pembakaran lebih efektif. Tempurung kelapa 200 gram ditimbang, dimasukkan kedalam cawan porselen untuk dibakar, tempurung kelapa dimasukkan ke dalam tanur/*furnace* untuk dijadikan arang dengan suhu 200 °C. Arang tempurung kelapa diayak menggunakan *sieve shaker* dengan ukuran partikel yang dihasilkan 100 mesh.
- b. Pembuatan kompon karet
 1. Persiapan bahan
Bahan kimia dari masing-masing formula kompon ditimbang sesuai dengan yang telah ditentukan. Jumlah dari setiap bahan didalam formula kompon dinyatakan dalam PHR (berat per seratus karet) dengan memperhatikan faktor konversinya.
 2. *Mixing* (pencampuran)
Proses pencampuran bahan baku karet skim dilakukan dalam gilingan terbuka (*open mill*), yang telah dibersihkan. Selanjutnya dilakukan proses :
 - a. Mastikasi polimer selama \pm 8 menit.

b. Pencampuran polimer karet skim dengan bahan kimia sebagai berikut:

- Ditambahkan bahan penggiat/*activator* (ZnO dan asam stearat) dan antioksidan (TMTD, 6PPD, TMQ). Potong setiap sisi satu sampai tiga kali selama ± 5 menit.
- Ditambahkan bahan pengisi arang tempurung kelapa
- Ditambahkan *accelerator* (CBS), dipotong setiap sisi satu sampai tiga kali selama ± 8 menit.
- Kompon dikeluarkan dari open mill dan ditentukan ukuran ketebalan lembaran kompon dengan menyetel jarak roll pada cetakan sheet, lalu dikeluarkan dan diletakkan diatas plastik transparan. Selanjutnya dilakukan master bed terhadap kompon ± 24 jam.
- Ditambahkan vulkanisator (sulfur) lalu dipotong setiap sisi satu sampai tiga kali selama ± 10 menit.
- Dilakukan prosedur ini untuk formula 1 sampai dengan formula 3.

Penelitian menggunakan metoda percobaan dengan variasi berat 50 pHr, 40 pHr dan 30 pHr, dan dilakukan 3 kali ulangan dengan formula sesuai Tabel 1. Kompon karet diuji untuk parameter uji visual, kekerasan, shore A (ASTM D 2240-05), tegangan putus, kg/cm² (ASTM D 412) perpanjangan putus, (%) (ASTM D 412) dan pampatan tetap.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian kekerasan, tegangan putus, perpanjangan putus, pampatan tetap dan uji visual barang jadi karet bantalan kaki (*rubber step*) sepeda motor dan SNI 06-7032-2004 Bantalan kaki sepeda motor seperti yang tercantum pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian kompon bantalan kaki (*rubber step*) sepeda motor dan persyaratan SNI 06-7032-2004

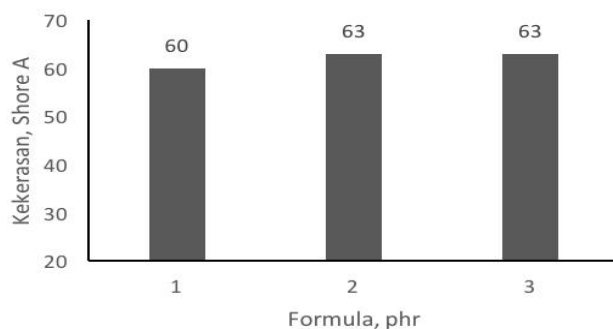
No	Properties	Vulcanizates			
		1	2	3	4 (Standar)
1.	Uji visual	Tidak ada cacat			Tidak ada cacat
2.	Kekerasan, shore A	60	63	63	60 \pm 5
3.	Tegangan putus, kg/cm ²	217,2	176,4	145,004	Min 100
4.	Perpanjangan putus, %	610	570	530	Min 350 %
5.	Pampatan tetap	9.76	8.92	8.4	-

A. Uji visual

Uji visual yang dilakukan terhadap kompon karet merupakan pengujian secara visual terhadap adanya cacat atau kerusakan. Hasil uji visual kompon karet SNI 06-7032-2004 bantalan kaki sepeda motor seperti tercantum pada Tabel 2. Berdasarkan hasil uji visual, tidak terlihat produk karet yang cacat, baik formula 1, formula 2 dan formula 3. Hasil pengamatan terhadap kompon karet, dimana permukaan kompon karet rata, tidak terdapat bercak, tidak retak, tidak ada goresan, tidak berlubang, tidak sobek dan tidak ada benda asing lainnya. Berdasarkan persyaratan SNI hasil uji kompon karet memenuhi persyaratan mutu karet bantalan kaki (*rubber step*) sepeda motor SNI 06-7032-2004. Pada umumnya nilai cacat dapat disebabkan karena pencampuran yang tidak merata, perbandingan penggunaan bahan baku dan bahan penolong yang tidak sesuai. Selain itu penggunaan temperatur pada saat pencampuran bahan tidak tepat, sehingga vulkanisasi tidak terjadi secara maksimal. Disamping itu pada saat pelepasan produk karet dari cetakan (*moulding*) dapat menyebabkan cacat produk.

B. Kekerasan

Kekerasan (*hardness*) shore A merupakan ukuran resistensi bahan terhadap deformasi plastis lokal, dimana semakin kaku dan keras vulkanisat kompon, maka kekerasan shore A makin tinggi. Uji kekerasan bertujuan untuk mengetahui besarnya nilai kekerasan vulkanisat karet.



Gambar 1. Hasil uji kekerasan karet bantalan kaki (*rubber step*) sepeda motor

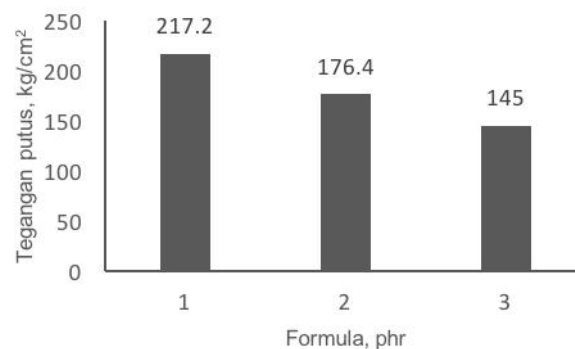
Seperti yang ditunjukkan Gambar 1, nilai kekerasan yang tertinggi ditunjukkan oleh formula 2 dan formula 3 masing masing sebesar 63 shore A, sedangkan formula 1 nilai kekerasan hanya 60 shore A. Dari hasil penelitian menunjukkan nilai kekerasan tidak dipengaruhi oleh jumlah konsentrasi bahan pengisi, nilai konsentrasi bahan pengisi rendah nilai kekerasannya makin tinggi. Kekerasan vulkanisat karet berhubungan dengan berkurangnya densitas ikatan silang dan matrik polimer, hal serupa ditunjukkan oleh hasil penelitian (Liu *et al.*, 2008), bahwa kekerasan merupakan pengaruh adanya optimasi penambahan bahan pengisi penguat.

Menurut Susanto dan Daud, (2017), nilai kekerasan vulkanisat kompon dengan bahan pengisi ATK tidak akan mampu melebihi nilai kekerasan kompon yang menggunakan *carbon black* (65 Shore A), hal ini disebabkan efek reinforcement ATK tidak seperti *carbon black*, morfologi arang tempurung kelapa seperti ukuran, porositas, dan karakteristik permukaan tidak sama, sehingga tingkat dispersi dan kerataan dalam matrik polimer karet tidak baik. Jumlah konsentrasi bahan pengisi tidak mutlak mempengaruhi kenaikan nilai kekerasan, tapi juga dipengaruhi oleh ukuran bahan pengisi yang digunakan, makin halus ukuran partikel bahan pengisi ATK maka kemungkinan akan mampu menaikkan kekerasan, hal ini sejalan dengan makin menurunnya ikatan Van der Waals dikarenakan luas permukaan dalam polimer berkurang dan

densitas cross linking berkurang akibat ukuran partikel ATK besar.

C. Tegangan putus

Tegangan putus sangat erat hubungannya dengan densitas sambung silang dan densitas *cross linking* dalam matrik polimer (Ismail *et al.*, 2005). Hasil pengujian tegangan putus seperti yang tercantum pada Gambar 2 menunjukkan, bahwa makin besar jumlah konsentrasi bahan pengisi ATK makin tinggi nilai tegangan putus kompon yang dihasilkan, dengan kata lain makin rendah jumlah konsentrasi bahan pengisi makin turun nilai tegangan putus.



Gambar 2. Hasil uji tegangan putus karet bantalan kaki (*rubber step*) sepeda motor

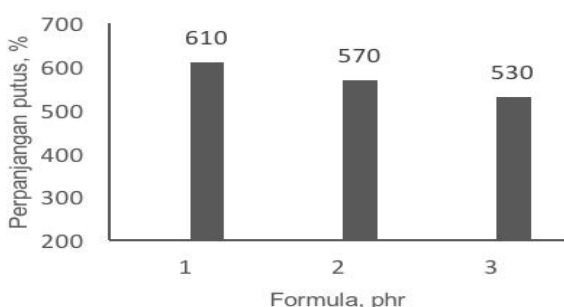
Dengan menurunnya jumlah ATK mengakibatkan menurunnya jumlah ikatan sambung silang gaya dan daya ikatan antar matrik pengisi dan polimer. Oleh karena bahan pengisi ATK sebagai non petroleum filler mempunyai nilai tegangan putus jauh lebih rendah walaupun pada konsentrasi tinggi dibanding *carbon black*. Hal ini disebabkan karakteristik arang tempurung kelapa berbeda dengan *carbon black*, dimana ukuran partikel dan sifat kimia ATK dapat tidak membentuk rubberization effect dan effect gaya Van der Waals karena minimnya karbon, sehingga metric polimer karet alam dan pengisi tidak maksimal terbentuk (Leblanc, 2002).

Nilai tensile strength punya kecenderungan untuk turun dikarenakan efek elastisitas naik dengan menurunnya jumlah filler reinforcement (Susanto dan Prasetya, 2016). Tensile strength dan elongation at break adalah sifat utama dari kompon karet yang merupakan manifestasi dari densitas ikatan silang dalam kompon dan keberhasilan filler untuk dapat terinkorporasi ke dalam kompon, filler reinforcement akan menguatkan kompon karet sedangkan non reinforcement filler akan menurunkan sifat mekanik penguatan kompon karet (Liu et al. 2008; Medalia, 1978; Sae-Oui *et al.*, 2002).

Sehingga penggunaan filler dengan jumlah yang sesuai akan membuat karakteristik barang jadi karet yang dihasilkan optimal, hal ini sesuai dengan pendapat Blow (2001), bahan pengisi dapat ditambahkan pada barang jadi karet dalam jumlah yang cukup besar untuk mengurangi jumlah karet yang digunakan dan dapat memberikan sifat fisik yang lebih baik. Tegangan putus sangat dipengaruhi oleh jumlah optimum penambahan pengisi penguat, sehingga akan meningkatkan tegangan putus barang jadi karet.

D. Perpanjangan Putus

Perpanjangan putus merupakan pertambahan panjang suatu vulkanisat karet bila diregangkan sampai putus. Perpanjangan putus dan kuat tarik merupakan manifestasi dari densitas ikatan silang dan keseragaman inkorporasi filler dalam matrik polimer, efek karbon akan menguatkan dan silika akan menurun (Sae-Qui *et al.*, 2012; Liu *et al.*, 2008).



Gambar 3. Hasil uji perpanjangan putus

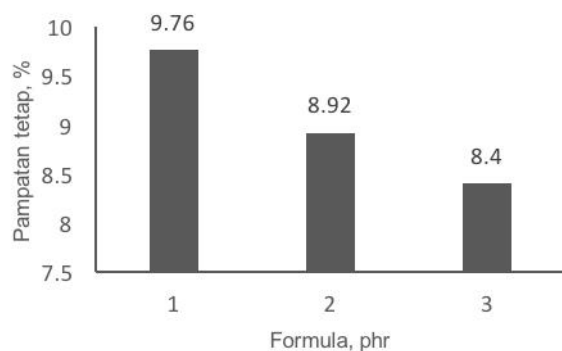
karet bantalan kaki sepeda motor

Hasil uji perpanjangan putus seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3, nilai tegangan putus tertinggi diperoleh pada formula 1 (50 pHr) dan berikutnya menurun untuk formula 2 (40 pHr) dan formula 3 (30 pHr). Dari hasil tersebut ternyata makin kecil jumlah konsentrasi ATK nilai perpanjangan putus makin rendah. Penurunan perpanjangan putus dikarenakan arang aktif tempurung kelapa sebagai bahan pengisi yang berinteraksi dengan polimer karet sehingga rantai polimer menjadi kaku dan karenanya ketahanan untuk meregangkan menjadi rendah (Egwaikhide *et al.*, 2007).

Hal ini kemungkinan disebabkan ATK adalah arang yang mempunyai ukuran partikel lebih besar dari carbon black, sehingga dispersinya ke matrik polimer tidak sebaik carbon black, sehingga berpengaruh pada fluktuasi perpanjang putusnya (Frohlich *et al.*, 2005). Namun demikian tingginya kandungan karbon pada ATK memberikan kontribusi tingginya nilai perpanjangan putus vulkanisat kompon yang mendekati nilai perpanjangan putus vulkanisat karet yang menggunakan carbon black pada ukuran partikel yang sama (Daud, 2013).

E. Pampatan tetap

Pampatan tetap merupakan uji elastisitas suatu vulkanisat. Elastisitas merupakan kemampuan suatu bahan untuk kembali ke bentuk semula setelah mengalami pembebanan (Nuyah dan Rahmiani, 2013). Uji pampatan tetap dilakukan untuk mengetahui sifat elastis dari vulkanisat karet setelah ditekan pada waktu dan kondisi tertentu. (Sinurat *et al.*, 2001).



Gambar 4. Hasil uji pampatan tetap karet bantalan kaki (*rubber step*) sepeda motor

Hasil uji pampatan tetap (%) kompon seperti yang tercantum pada Gambar 4. Menunjukkan bahwa nilai pampatan tetap (%) tertinggi diperoleh dari hasil uji formula kompon 1 (50 phr) sebesar 9,76 %, formula 2 dan formula 3 mempunyai nilai pampatan tetap masing masing 8,92% dan 8,4%. Hasil uji ini menunjukkan, tingginya nilai pampatan tetap dipengaruhi jumlah konsentrasi bahan pengisi ATK yang ditambahkan. Hasil ini menunjukkan adanya korelasi antara pampatan tetap dan kekerasan.

Kekerasan kompon yang tinggi memerlukan daya yang besar untuk menekannya, hal ini diakibatkan oleh ukuran resistensi bahan terhadap deformasi plastis lokal, dimana semakin kaku dan keras vulkanisat kompon, maka kekerasan akan makin tinggi, demikian terjadi dengan pampatan tetap, makin kaku atau keras bahan makin cepat kembali ke bentuk semula setelah tekanan diadadakan.

Penurunan nilai pampatan tetap menunjukkan bahwa karet elastis. Nilai pampatan tetap kecil menunjukkan sifat vulkanisat yang baik, ketahanan tekan yang tinggi, sebaliknya nilai pampatan yang semakin besar menunjukkan ketahanan tekan yang rendah, sehingga daya elastisnya berkurang. Semakin banyak jumlah arang tempurung kelapa yang digunakan semakin besar nilai pampatan tetap vulkanisat karetnya (Sugiyono dan Marlina, 2018).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil uji sifat karakteristik vulkanisat karet untuk bantalan kaki sepeda motor menggunakan limbah karet skim dan bahan pengisi arang tempurung kelapa, disimpulkan bahwa arang tempurung kelapa berpotensi digunakan sebagai bahan pengisi penguat, sebagai alternative pengganti *carbon black* (CB) sehingga dapat menurunkan nilai impor. Limbah karet skim juga berpotensi sebagai bahan utama dalam pembuatan barang jadi karet sehingga dapat menekan biaya produksi. Hasil uji vulkanisat karet Bantalan Kaki Sepeda Motor juga memenuhi syarat dalam SNI SNI 06-7032-2004, terutama untuk yang terbaik diperoleh pada formula 2 (variasi konsentrasi arang tempurung kelapa 40 phr), dengan nilai hasil uji yaitu uji visual tidak cacat, kekerasan 63 shore A, tegangan putus 176,4 kg/cm², perpanjangan putus 570% dan pampatan tetap 8.92%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala Baristand Industri Palembang yang telah memfasilitas pelaksanaan penelitian ini, Bapak Tri Susanto, S.Si, M.Si M.AIE atas bimbingan selama penelitian dan penulisan Karya ulis ilmiah ini. Tim pelaksana penelitian, para *reviewer* dan editor jurnal atas masukan yang telah diberikan untuk penyempurnaan tulisan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aquele, F.O; Madufor, C.I; and Adekunle, K.F. (2014). Comparative study of Physical Properties of Polymer Composites Reinforced with Uncarbonised and Carbonised choir. *Journal of Polymer Chemistry*. 4: 73-82.
- Blow, C.M. (2001). *Rubber Technology and Manufacture*, 2nd Edition, London: Butterworth Scientifics.
- Daud, D. (2013). Perbandingan sifat fisika kompon karet sol sepatu berdasarkan jenis bahan pengisi yang digunakan

- (Arang Cangkang Sawit dan Karbon Hitam. *Jurnal Industri Hasil Perkebunan Makassar*. Vol. 8 No. 2.
- Egwaikhede, P. A, Akporhonor, E. E, and Okieimen, F. E. (2013). Effect of coconut fibre filler on the cure characteristics physico-mechanical and swelling properties of natural rubber vulcanisates. *International Journal of Physical Sciences*. 2(2) : 039-046.
- Fang, Y., M. Zhan, and Wang, Y. (2001). The status of recycling of waste rubber. *Materials & Design* 22 (2):123-128.
- Frohlich, J., W. Niedermeier, and H.D. Luginsland. (2005). The effect of filler-filler and filler elastomer interaction on rubber reinforcement. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*. 36(4): p.449-460
- Gamage, N.J.W. (2011). *Use of coconut shell charcoal dust as a filler in the rubber industry*. Thesis, University of Moratuwa Srilanka
- Herminiwati, Purnomo, D., dan Supranto. (2003). Sifat Filler Kayu Kering terhadap Vulkanisat Karet. *Majalah Barang Kulit, Karet dan Plastik*. 19(1): 32-39
- Ismail, H., A. Rusli, and A. Rashid. (2005). Maleated natural rubber as a coupling agent for paper sludge filled natural rubber composites. *Polymer testing*. 24(7): 856-862
- Ku, H. (2011). A review on the tensile properties of natural fiber reinforced polymer composites. *Composites Part B: Engineering*. 42(4): p. 856-873
- Leblanc, J.L. (2002). Rubber- filler interaction and rheological properties in filler compound. *Progress in polymer Science*. 27(4): 627-687
- Liu, C., Y. Shao, and D. Jia. (2008). Chemically modified starch reinforced Natural Rubber composites. *Polimer*. 49(8): p. 2176-2181
- Marlina, P., Pratama F, Hamzah B, Pambayun R, (2015). Karakteristik Kompon Karet dengan Bahan Pengisi Arang Aktif Tempurung Kelapa dan Nano Silika Sekam Padi. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*. 25 (1):85-93.
- Medalia, A. (1978). Effect of carbon black on dynamic properties of rubber vulcanisates. *Rubber Chemistry and Technology*, 51(3), 437-523.
- Nurfianti, (2013). *Pencirian limbah dan karet hasil pengolahan lateks skim*. Jurusan kimia Fakultas Matematika dan IPA Institut Pertanian Bogor.
- Nuyah dan Rahmaniar. (2013). Pembuatan kompon karet dengan bahan pengisi Arang Cangkang Sawit. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*. Vol. 24 No. 2 (114-121)
- Prasetya, H, A. (2016). Pengaruh bahan pengisi aktif arang tempurung kelapa dan pelunak minyak biji karet pada karakteristik karet wiper blade. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*. Vol. 27 No. 1 (31-39).
- Rahmaniar dan Susilawati, N. (2017). Karakteristik kompon karet belt conveyor menggunakan bahan pengisi Arang Tempurung Kelapa. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*. Vol. 28 (1):
- Rampe M.J, Tiwow V.A dan Rampe H.L. (2013). Potensi Arang Hasil Pirolisis Tempurung Kelapa sebagai Material Karbon. *Jurnal Sainsmat*. 191-197 Vol. II. No. 2.
- Rattanosom, N.T., Saowaparth and Deeprasenhak, C. (2007). Reinforcement of Natural Rubber with silica/carbon black hybrid filler. *Polymer test*. 26(30):369-377.
- Sae-qui, P., C. Rakdee, and P. Thanmathorn. (2002). Use of rice husk ash as filler in natural rubber vulcanisates: In comparison with other commercial fillers. *Journal of Applied Polymer Science*. 83(11): p.2485-2493.
- Sareena, C., Ramesan, M.T, and Purosotaman, E. (2012). Utilization of coconut shell powder as a Novel Filler in Natural Rubber. *J Reinfor Plast and Comp*. 31(8): 533-547
- Sinurat, M, Handoko, B., Arizal, R., Santosa, A.M., dan Suparto, D (2001). *Laporan Penelitian Peningkatan Mutu Serat Sabut Kelapa Berkaret dengan Memperbaiki Sistem Vulkanisasi*. Balai Penelitian Karet Bogor.
- Sugiyono, B. dan Marlina, P. (2018). *Pengaruh Suhu Vulkanisasi Terhadap Vulkanisat Karet Seal Radiator Dengan Bahan Pengisi Pati Singkong Modifikasi*. Prosiding Seminar Nasional 1 Hasil Litbangyasa Industri. 1 : 1-7.
- Suharman dan Daud, D. (2016). *Mempelajari Sifat fisika karet sol sepatu dari bahan pengisi Arang Batok Kelapa*. Seminar Nasional Riset dan Industri II. Baristand Industri Bandar Lampung.
- Susanto, T dan Prasetya, H.A. (2016). Kajian Penggunaan Pati Umbi Gadung Termodifikasi Sebagai Substituen

- Carbon Black pada Pembuatan Vulkanisat Karet Alam. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*. Vol. 27 (2) : 82-93.
- Tomado, D (2013). *Sifat Thermal Karbon Aktif Berbahan Arang Tempurung Kelapa*. Dalam Seminar Nasional Fisika Universitas Negeri Jakarta.
- Wigmore, F-P.R (1972). *Carbon Black Production process*. Google Patents